



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M.FANNO"**

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**BIG DATA, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, INTERNET OF THINGS E
ECONOMIA CIRCOLARE: UN'ANALISI DI CASI STUDIO ITALIANI**

RELATORE

CH.MO PROF. VALENTINA DE MARCHI

LAUREANDA: GIOIA TARABORRELLI

MATRICOLA N. 1164005

ANNO ACCADEMICO: 2019 – 2020

La candidata, sottoponendo il presente lavoro, dichiara, sotto propria personale responsabilità, che il lavoro è originale e che non è stato già sottoposto, in tutto o in parte, dalla candidata o da altri soggetti, in altre Università italiane o straniere ai fini del conseguimento di un titolo accademico. La candidata dichiara altresì che tutti i materiali utilizzati ai fini della predisposizione dell'elaborato sono stati opportunamente citati nel testo e riportati nella sezione finale 'Riferimenti bibliografici' e che le eventuali citazioni testuali sono individuabili attraverso l'esplicito richiamo al documento originale.

Indice

Introduzione	4
Capitolo 1: Descrizione dei concetti chiave	6
1.1 Economia Circolare	6
1.1.1 Contesto Italiano.....	8
1.1.2 Rapporto tra economia circolare e nuove tecnologie	9
1.2 Big Data.....	10
1.3 Intelligenza Artificiale.....	12
1.4 Internet of Things	15
Capitolo 2: Analisi qualitativa dei casi di studio	17
2.1 Metodologia utilizzata	17
2.2 Eni e il supercomputer HPC5	19
2.3 TIM e Olivetti verso le Smart City: tra interconnessione e sostenibilità.....	22
2.3 Hera e Energy Way: Intelligenza Artificiale per la Depurazione 4.0.....	25
2.5 FaterSMART e gli <i>Smart Bin</i>	26
2.6 Confronto dei casi.....	28
Capitolo 3: Conclusioni	33
Bibliografia	35

Introduzione

Tipicamente l'economia circolare viene associata alla “valorizzazione degli scarti dei consumi, l'estensione del ciclo di vita dei prodotti, la condivisione delle risorse, l'impiego di materie prime da riciclo, l'uso di energia da fonti rinnovabili” (Di Maria, De Marchi, Blasi et al., 2017) e non alle tecnologie dell'Industria 4.0, come *Big Data*, *Artificial Intelligence* o *Internet of Things*, visto che appartengono ad ambiti diversi. L'obiettivo di questo elaborato è dimostrare che esiste un certo collegamento tra economia circolare e queste tecnologie, fornendo esempi che riguardano le diverse applicazioni delle tecnologie in ambito ambientale e facendo riferimento a casi di studio italiani: questo risulta essere molto interessante perché di solito si pensa a imprese estere che si servono di tecnologie innovative per mettere in atto la loro strategia in ambito ambientale, anche se esistono dei casi significativi che si trovano nel nostro territorio che bisogna valorizzare.

L'argomentazione si basa sul fatto che i modelli di economia circolare possono essere implementati mediante le nuove tecnologie, poiché rappresentano strumenti adattabili alle diverse esigenze delle imprese.

La scelta di questo argomento deriva dal duplice interesse nell'ambito della sostenibilità ambientale e dello sviluppo tecnologico. L'interesse per la sostenibilità deriva dal fatto che viviamo in un pianeta dotato di risorse scarse che l'uomo sta continuando a prosciugare senza pensare alle conseguenze negative o alle generazioni future. Mentre l'applicazione delle nuove tecnologie nell'ambito ambientale ha suscitato in me una grande curiosità e per questo motivo ho voluto approfondire l'argomento.

Il primo capitolo descrive le caratteristiche generali dell'economia circolare, quali i suoi principi di base, la sua origine, in che modo viene interpretata nel contesto italiano e il suo rapporto con le tecnologie trattate, e delle “tecnologie 4.0”, che sono i *Big Data*, *Artificial Intelligence* e *Internet of Things*; di queste si descriveranno le loro proprietà, in che modo funzionano e il loro valore di mercato in Italia.

Il secondo capitolo rappresenta l'analisi empirica dell'elaborato: *in primis* viene presentata la metodologia su cui si basa l'analisi dei casi; poi si passa alla descrizione dei casi di studio italiani, focalizzata sulla loro politica ambientale e sui loro progetti circolari; infine vi è un confronto qualitativo dei casi, basato su parametri che riguardano la tecnologia, la sostenibilità e alcuni aspetti economici.

Il terzo capitolo è quello conclusivo, in cui si discutono i risultati e le limitazioni della ricerca,

le criticità riscontrate nel reperimento delle informazioni riguardanti le imprese e il contesto odierno, con riferimento alle problematiche economiche e sociale legate alla pandemia di COVID-19.

Capitolo 1: Descrizione dei concetti chiave

In questo capitolo verranno analizzati dal punto di vista teorico i due macro-argomenti della ricerca, che sono l'economia circolare e le tecnologie 4.0 (ci si riferirà a loro in questo modo compatto nel corso dell'elaborato), facendo riferimento alla letteratura. Il primo argomento discusso sarà l'economia circolare (indicata con EC): si descriveranno i suoi principi, la sua storia, le caratteristiche dei modelli di business circolari, i vantaggi e gli svantaggi che ne derivano, quale è la situazione dell'economia circolare nel contesto italiano e il suo rapporto con le tecnologie. Il secondo argomento trattato saranno le nuove tecnologie 4.0, descritte in questo ordine: *Big Data*, intelligenza artificiale (indicata con IA) e *Internet of Things* (indicato con IoT). La trattazione di ognuna seguirà uno schema ricorrente: si inizierà con una descrizione generale delle loro caratteristiche e del loro funzionamento, per poi passare ai vantaggi e alle criticità legati alle loro applicazioni e infine si discuterà del loro valore di mercato in Italia.

1.1 Economia Circolare

Per modello di Economia Circolare si intende un sistema economico che sia in grado rigenerarsi da solo, al fine di minimizzare gli sprechi di risorse e le emissioni e aumentare in maniera considerevole la vita dei prodotti, progettando attentamente ogni fase del suo ciclo di vita, in particolare il suo smaltimento. L'economia circolare può essere considerata un sottoinsieme della *green economy*: mentre questa possiede una visione più allargata in tema ambientale, in particolare sugli impatti dell'azione dell'uomo sull'ambiente e la resilienza di quest'ultimo, l'economia circolare si rivolge prevalentemente ad un uso più efficiente delle risorse e a ridurre la produzione di rifiuti (Giorgi, Lavagna, Campioli, 2017).

Questo modello è emerso in contrapposizione a quello di economia lineare, basato sul "prendere, fare e smaltire": si parte dall'estrazione delle materie prime, alla realizzazione e al consumo del prodotto per arrivare allo smaltimento dei suoi scarti una volta raggiunta la fine della sua vita. Tutto questo processo non solo è inefficiente e costoso, ma provoca anche fenomeni dannosi per l'ambiente. Molte imprese stanno diventando sempre più consapevoli di ciò e volontariamente decidono di adottare un modello di business più sostenibile. Pur conoscendo le cause che sono all'origine di questo modello, non ci si può ricondurre ad una corrente di pensiero specifica o ad un singolo autore: il concetto di economia circolare si è sviluppato nel tempo, con le prime applicazioni ai sistemi economici e ai processi industriali negli anni '70 (Di Maria, De Marchi, Blasi et al., 2017).

Tra gli enti più importanti in questo ambito risalta la Fondazione Ellen MacArthur, secondo cui vi sono tre principi alla base dell'EC (Ellen MacArthur Foundation, s.d.):

- Adottare soluzioni progettuali per ridurre gli sprechi e l'inquinamento;
- Riutilizzare prodotti e materiali;
- Rigenerare i sistemi naturali.



Figura 1: Come funziona l'economia circolare¹

I modelli di business circolari possono essere riassunti in quattro categorie generali (Sfridoo S.r.l, s.d.):

- Prodotto come servizio: si vendono solo le funzioni del prodotto anziché il suo possesso;
- Rigenerazione: il punto focale dell'EC sta nel rigenerare i materiali;
- *Upcycling*: lo scarto rappresenta un nuovo valore per la produzione;
- Il ciclo di vita dei prodotti viene studiato in maniera diversa, in modo da estenderlo.

I modelli di economia circolare nella pratica possono fornire numerosi vantaggi: grazie alla promozione del riciclo dei prodotti e all'allungamento del loro ciclo di vita, aspetto sempre più importante per le imprese, questi modelli mirano a ridurre gli sprechi di risorse, i rifiuti marini grazie alla biodegradabilità dei prodotti e la dipendenza dalle risorse limitate. Per riuscire a vedere concretamente i risultati, le imprese dovrebbero non solo porsi degli obiettivi chiari in

¹ Fonte <<https://www.arrr.it/-/economia-circolare-italia-prima-in-europa-ma-rallenta>> [Data di accesso 04/06/2020]

ambito ambientale, ma dovrebbero anche redigere documenti sulla Responsabilità Sociale d'Impresa in cui descrivono il loro operato e i loro impatti ambientali, economici e sociali. Tuttavia l'approccio legato all'economia circolare presenta anche delle criticità: visto che le materie prime a disposizione sono scarse, il loro prezzo potrebbe aumentare e potrebbe diventare più difficile il loro reperimento (Fari, 2017).

1.1.1 Contesto Italiano

Secondo il Rapporto sull'economia circolare in Italia a cura della fondazione Circular Economy Network (2020), l'Italia è il paese europeo che presenta il più alto "indice complessivo di circolarità"; in questo rapporto, che analizza i punti di forza e di debolezza del nostro paese, sono stati esaminati cinque settori (produzione, consumo, gestione dei rifiuti, materie prime seconde, innovazione e investimenti) per confrontare i paesi europei in materia di EC. Per quanto riguarda la produzione e la gestione dei rifiuti, l'Italia si colloca al primo posto in quanto è l'economia che genera il maggior valore economico per unità di consumo di materia e tutti i rifiuti riciclati corrispondono al 68%, con uno smaltimento in discarica pari al 22%. Si piazza al secondo posto nel settore del mercato delle materie prime seconde, con un tasso di riciclo di materia pari al 17,7% nel 2017. Condivide il terzo posto con la Francia nel settore dell'innovazione e investimenti e occupa il quarto posto della classifica nel settore del consumo.

L'applicazione di questo modello può essere ostacolata da uno scarso coinvolgimento della popolazione: si può riscontrare la sindrome NIMBY (dall'inglese *Not In My Back Yard*, ovvero "Non nel mio cortile"), la quale è una forma di protesta da parte di una comunità per non far realizzare progetti che potrebbero essere utili a tutta la società: per evitare questo fenomeno, e i conseguenti impatti negativi, si dovrebbero rendere i cittadini più consapevoli dei benefici di lungo termine derivanti da questi progetti (Greenreport, 2019).

L'eccessiva burocratizzazione può essere considerata un altro ostacolo all'applicazione dei modelli di economia circolare: nel 2016 è stato impedito il funzionamento dell'impianto di riciclo dei prodotti assorbenti per la persona, risultato della collaborazione tra Fater e Contarina S.p.A, a causa di un vuoto normativo². Solo qualche anno dopo, in data 23 luglio 2019, è entrato in vigore il decreto *End of Waste*³ riguardante i prodotti assorbenti per la persona.

² Fonte: <<https://remecologia.it/end-of-waste-vittima-della-burocrazia/>> [Data di accesso 26/06/2020]

³ Dlgs. 15 maggio 2019, n.62.

1.1.2 Rapporto tra economia circolare e nuove tecnologie

Questo paragrafo funge da punto di raccordo tra i due macro-argomenti della ricerca, che sono economia circolare e tecnologie 4.0 (*Big Data*, IA e IoT). La sfida più stimolante per le imprese, nonostante possa risultare costosa, è quella di integrare i due temi, poiché da un lato la tematica ambientale sta diventando sempre più rilevante per le aziende e dall'altro lato queste dovrebbero rimanere aggiornate con le nuove tecnologie.

Le imprese che decidono di acquisire tali tecnologie non sono necessariamente guidate da obiettivi di sostenibilità ambientale e di economia circolare: lo studio di De Marchi e di Di Maria (2019) ha dimostrato che le imprese possono dotarsi di tecnologie 4.0 di vario tipo e, senza aver definito inizialmente una strategia di sostenibilità ambientale, possono ottenere comunque dei benefici in termini ambientali poiché si sono rese conto delle loro potenzialità in seguito alla loro adozione. Inoltre, sempre dallo stesso studio, è emerso che le imprese che raggiungono i loro obiettivi di circolarità sono più tecnologicamente avanzate rispetto a quelle che non li perseguono: non solo sono propongono soluzioni più innovative ma possiedono anche competenze adeguate all'interno dell'azienda per gestire le varie tecnologie.

È stato evidenziato da uno studio successivo di De Marchi e di Di Maria (2020) che le imprese *green adopters*⁴ sono quelle che “creano nuova conoscenza [...] grazie all'adozione delle nuove tecnologie” e al cui interno è presente un maggiore scambio di conoscenza tra i collaboratori e tra le varie funzioni; un'impresa, se considerata singolarmente, potrebbe non essere in grado di sostenere tutto il processo di innovazione, sia per i rischi che esso comporta sia per gli alti costi: per questo motivo, le imprese preferiscono collaborare con partner esterni, soprattutto per gli investimenti in ricerca e sviluppo che riguardano innovazioni legate alla sostenibilità ambientale.

In che modo queste tecnologie potrebbero aiutare le imprese a realizzare i loro obiettivi di economia circolare?

Nel caso in cui un'impresa si concentrasse sull'analisi dei *Big Data*, essa potrebbe raccogliere informazioni sui propri prodotti dai clienti per comprendere in che momento del loro ciclo di vita essi non vengono più utilizzati: questo potrebbe essere un input per migliorare la progettazione del prodotto stesso e renderlo più duraturo. La connessione tra impresa e cliente

⁴ Si intendono le imprese che hanno ridotto i propri impatti ambientali grazie all'adozione delle nuove tecnologie (si veda De Marchi, Di Maria, 2020, p.5).

potrebbe essere facilitata da un dispositivo IoT inserito nel prodotto che monitora costantemente il suo stato, garantendo allo stesso tempo la *privacy* e l'anonimato del cliente. Se l'impresa adottasse sistemi di IA, questi potrebbero velocizzare non solo la fase di *design* del prodotto (ad esempio la scelta dei materiali e la previsione della sua vita utile) ma anche quella di smaltimento poiché sarebbero capaci di riconoscere le varie parti del prodotto per poterle riciclare nel miglior modo possibile (Ellen MacArthur Foundation; Google, 2019). L'IA potrebbe essere anche capace di riconoscere la vita utile residua di un prodotto (ad esempio, il suo *feedback* potrebbe essere “il prodotto X si trova al 20% della sua vita utile”); così si potrebbe creare un ulteriore valore per il cliente poiché l'IA sarebbe in grado di fornire delle indicazioni utili per adoperare e conservare il prodotto nel modo corretto, insieme alle informazioni sullo stato di utilizzo e sulle eventuali parti da sostituire. I sensori IoT potrebbero essere utili per la tracciabilità del prodotto e per la transizione verso modelli di business legati alla *Servitization*, ossia “prodotto come servizio” (De Marchi, Di Maria, 2019).

1.2 Big Data

Con il termine *Big Data* si indica un insieme di dati informatici talmente grande in termini di volume, velocità e varietà che necessita di metodi e tecnologie non tradizionali per analizzare e per ricavare valore dai dati stessi (De Mauro, Greco, Grimaldi, 2016).

Per descrivere al meglio i *Big Data* può essere usato il modello delle “3V” (Laney, 2001):

- Volume, cioè la quantità di dati generati ogni secondo dalle varie fonti;
- Varietà, cioè la tipologia di dati;
- Velocità con cui i dati vengono generati.

Successivamente questo modello è stato esteso con l'introduzione dei concetti di veridicità, ossia l'autenticità dei dati che possono essere immagazzinati, e valore (economico) che può essere fornito dai dati (Tole, 2013).

Poiché i dati provengono da diverse fonti, essi possono essere classificati in tre tipologie: dati strutturati (o quantitativi), dati destrutturati (o qualitativi) e dati semi-strutturati.

Il ciclo di vita dei *Big Data* riguarda il processo attraverso cui i dati vengono valorizzati e viene suddiviso in cinque fasi, come mostrato nella figura 2.

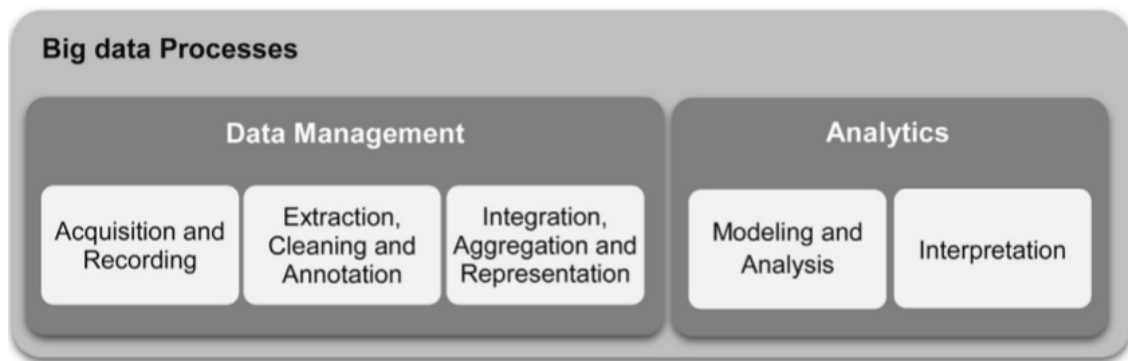


Figura 2: Ciclo di vita dei Big Data⁵

Si può notare che le cinque fasi possono essere raggruppate in due macro-fasi: la prima è quella del *Data Management* (o gestione dei dati) in cui i dati vengono acquisiti dalle varie fonti, vengono elaborati e filtrati per controllare la loro validità; poi vengono memorizzati all'interno di *database* in modo da prepararli per la successiva analisi; la seconda è quella dell'*Analytics*, ossia della modellazione e dell'analisi effettiva dei dati (mediante tecniche di *data mining*, *machine learning* e analisi statistica) e della loro conseguente interpretazione, al fine di estrarre informazioni dai dati stessi.

Esistono quattro diverse metodologie di *Big Data Analytics* (Piva, 2018):

- Analisi descrittiva, finalizzata a interpretare i dati delle performance aziendali basandosi sulla descrizione della situazione passata e attuale dei processi aziendali e delle aree funzionali;
- Analisi predittiva che fa uso di tecniche statistiche, come modelli di regressione, per rispondere a domande previsionali, come “cosa accadrà in futuro?”;
- Analisi prescrittiva che, utilizzando le informazioni raccolte con le analisi precedenti, propone una serie di soluzioni vantaggiose da poter applicare nel caso si verificasse un certo scenario;
- Analisi automatizzata, capace di mettere in pratica in maniera autonoma la soluzione proposta per quel determinato esito seguendo il risultato delle analisi svolte in precedenza.

Oggi più che mai il rapporto tra *Big Data* e *privacy* è di vitale importanza, sia nell'ambito tecnologico che giuridico: le informazioni raccolte anonimamente possono essere “re-

⁵ Fonte: Gandomi, Haider (2014), *Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics* (p.141)

identificate”, non riuscendo a garantire pienamente il rispetto della sicurezza e della *privacy* degli utenti; si pensi ad esempio allo scandalo che ha coinvolto Facebook e Cambridge Analytica nel 2018.

Lo studio effettuato dall’Osservatorio *Big Data & Business Analytics* della *School of Management* del Politecnico di Milano (2019) afferma che in Italia il mercato dei *Big Data Analytics* è aumentato del 23%, rispetto al 2018, per un valore complessivo di 1,7 miliardi di euro nel 2019. Le grandi imprese sono diventate le principali investitrici in *Analytics*, in particolare “in progetti di analisi dei dati, (circa l’80%, di cui più della metà in iniziative di *Advanced Analytics*), in infrastrutture per aumentare il livello di integrazione dei dati (62%) e in azioni per migliorare la qualità (54%)” (Osservatorio Big Data & Business Analytics, 2019). Il *gap* tra grandi imprese e PMI è ancora grande per quanto riguarda gli investimenti: se da una parte il 93% delle grandi imprese investe in progetti di *Analytics*, dall’altra solo il 62% delle PMI decide di intraprendere tale proposito. La spesa per gli *Analytics* è divisa in questo modo: il 47% è destinata ai software, il 33% ai servizi e il 20% alle infrastrutture abilitanti (server). I principali settori che impiegano l’analisi dei *Big Data* in Italia sono i seguenti: il settore bancario è quello che maggiormente (28%) impiega risorse finanziarie per implementare l’*Analytics*, seguito dal settore manifatturiero (24%), dal settore delle telecomunicazioni e media (14%), dal settore dei servizi, GDO e retail (8%) e infine dai settori assicurativo e utility (entrambi 6%) e PA e sanità (5%); il restante 9% non viene specificato.

1.3 Intelligenza Artificiale

L’intelligenza artificiale (IA), dall’inglese *Artificial Intelligence*, è una branca dell’informatica che si occupa dei fondamenti teorici, delle metodologie e delle tecniche che servono a progettare sistemi hardware e software che rendono l’elaboratore elettronico capace di riprodurre o emulare l’intelligenza umana (Somalvico, 1987). Da non confondere con la simulazione, perché in questo caso l’elaboratore potrebbe non replicare l’intelligenza umana allo stesso modo di un vero individuo. A questo proposito l’IA viene distinta in forte e debole: la differenza sta nel fatto che una macchina dotata di un’IA forte diventa autoconsapevole, come se possedesse una mente umana; nel caso di un’IA debole, la macchina non riuscirebbe ad eguagliare l’intelligenza umana e per questo motivo viene applicata per risolvere problemi più specifici.

Questa disciplina ha una data di fondazione relativamente recente e corrisponde al 1956, anno in cui si svolse un seminario estivo sui sistemi intelligenti al Dartmouth College (negli Stati

Uniti); gli studi riguardanti l'informatica e l'IA risalgono prevalentemente al secolo scorso, ma anche durante l'epoca rinascimentale e illuminista furono svolte delle ricerche in entrambi i campi. Sono state molte le influenze che hanno contribuito a modellare la scienza dell'AI, tra le più importanti, oltre all'informatica, si ricordano la filosofia, la matematica e la psicologia (Somalvico, Amigoni, Schiaffonati, 2003).

L'oggetto di studio dell'IA sono gli elaboratori che risolvono problemi; tra le varie funzioni, la più interessante da trattare è l'apprendimento automatico poiché rispecchia al meglio il modo di imparare degli esseri umani a risolvere i problemi.

Per apprendimento automatico si intende la capacità della macchina di apprendere dalla propria esperienza per perfezionare il suo operato, proprio come fanno comunemente gli individui.

Esso può essere diviso in tre categorie: supervisionato, non supervisionato e per rinforzo (Minini, s.d.):

- nell'apprendimento supervisionato viene fornita una serie di dati sugli input e gli output del problema al fine di insegnare all'elaboratore a risolverlo automaticamente;
- nell'apprendimento non supervisionato l'elaboratore impara dalla propria esperienza, senza avere un quadro di riferimento tra input e output, infatti vengono forniti solo i dati sugli input del problema (che non presentano alcuna struttura);
- nell'apprendimento per rinforzo l'obiettivo è rendere l'elaboratore autonomo nell'agire quando si interfaccia con l'ambiente in cui si trova, infatti si forniscono solo dei *feedback* sull'esito del suo incarico, senza nessun input di partenza (è molto simile ad un meccanismo "di prova ed errore").

Visto che i principi di base di funzionamento dell'IA sono sempre gli stessi, essa risulta essere molto versatile e per questo viene applicata in molti ambiti diversi: si pensi alla robotica e alla medicina; inoltre, con l'avvento delle tecnologie IoT, esistono dispositivi di domotica dotati di IA che permettono di migliorare la vita quotidiana delle persone dato che registrano le loro abitudini.

Da questo punto di vista l'IA possiede molte potenzialità per rendere migliore la vita umana, tuttavia bisogna tener conto anche dei rischi legati al suo utilizzo, soprattutto in ambito etico, perché esiste il pericolo che essa non possa rispettare l'uomo e i suoi diritti. Per prevenire ciò, l'Unione Europea con un gruppo di 52 esperti ha stilato un suo Codice Etico a riguardo, esponendo i sette requisiti per rendere un'IA affidabile:

- "intervento e sorveglianza umani,

- robustezza tecnica e sicurezza,
- riservatezza e governance dei dati,
- trasparenza,
- diversità, non discriminazione ed equità,
- benessere sociale e ambientale, e
- *accountability*” (Commissione Europea, 2020).

Il fine è quello di mettere l’IA al servizio dell’uomo e di preservare la sua dignità e la sua integrità assicurando un certo grado di trasparenza e sicurezza: bisogna evidenziare che il tema della *privacy* e della tutela dei dati accomuna sia l’IA che i *Big Data*; da notare anche l’attenzione che si pone in ambito ambientale.

È stato condotto uno studio dall’Osservatorio *Artificial Intelligence* della *School of Management* del Politecnico di Milano (2020a) sul mercato dell’IA in Italia, il quale vale 200 milioni di euro nel 2019, quota inferiore al valore del mercato dei *Big Data*. Similmente ad essi, l’IA è applicata maggiormente nel settore bancario e finanziario (25%), seguito dal manifatturiero (13%), dalle utilities (13%) e dalle assicurazioni (12%), mentre il restante 37% non viene specificato. Le spese per implementare l’IA sono sempre più rivolte verso i *Chatbot*, capaci di comprendere le esigenze dei clienti e interagire con loro: questa tendenza deriva dal fatto che per le imprese il *customer care* è un elemento sempre più rilevante per differenziarsi dai concorrenti. Inoltre, le imprese italiane sembrano preferire intelligenze artificiali di tipo debole: queste infatti non sostituiscono il lavoro umano, ma vengono implementate per svolgere attività che non sono intraprese dai lavoratori. Tra gli ostacoli che impediscono di avviare progetti inerenti all’IA vi sono non solo la diffidenza dei lavoratori in questa tecnologia, ma anche la mancanza di competenze correlate ad essa e problemi legati alla conformità normativa in materia di *privacy*.

1.4 Internet of Things

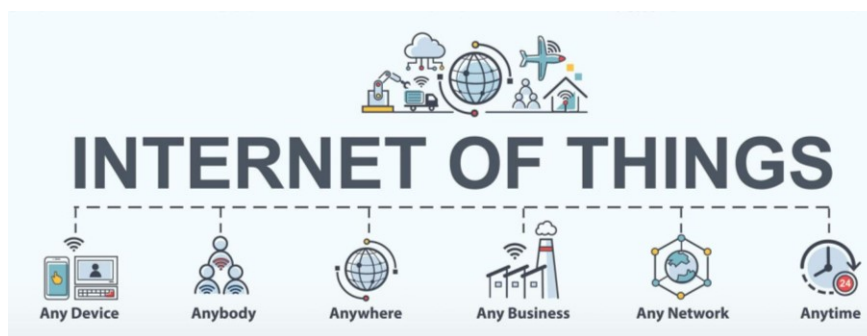


Figura 3: Internet of Things: come funziona⁶

Internet of Things (IoT), in italiano chiamato anche Internet delle cose, è un'espressione che indica l'esistenza di oggetti capaci di connettersi ad una rete Internet: questo permette loro di diventare *smart*, essere identificati univocamente e essere interconnessi con altri dispositivi per scambiare informazioni. Queste ultime sono condizioni imprescindibili affinché un dispositivo venga considerato *smart*, ma vi sono anche altre caratteristiche che questi oggetti possono possedere: si pensi alla loro localizzazione, la capacità di elaborare i dati (anche i *Big Data*) e di interagire con l'ambiente circostante; per fare un esempio a riguardo, esistono dei sensori in grado di monitorare i livelli di inquinamento nelle *Smart Cities* (nella pratica vengono chiamate attività di *sensing*). Nei prossimi anni si prevede un ulteriore sviluppo sia nel mondo del consumo, come quello delle *Smart Car* e delle *Smart House*, che in quello, anche con l'aggiunta di dispositivi dotati di IA; queste rappresentano le applicazioni più rilevanti della tecnologia IoT industriale (Tumino, 2019).

Anche questo tipo di tecnologia non è esente da rischi: come già visto per i *Big Data* e l'IA, la criticità riguarda ancora una volta il tema della sicurezza e della *privacy*. I dispositivi IoT sono stati pensati per monitorare e immagazzinare dati sia sulla vita quotidiana delle persone sia sull'attività di una fabbrica per poterle rendere più agevoli: tuttavia questo controllo continuo potrebbe compromettere la *privacy* e l'anonimato degli individui, rendendo la loro vita sempre più "trasparente"; bisognerebbe comprendere in che modo vengono utilizzati questi dati per poter garantire la propria riservatezza.

⁶ Fonte: <<https://www.zerounoweb.it/analytics/big-data/internet-of-things-iot-come-funziona/>> [Data di accesso 04/06/2020]

La situazione del mercato italiano dell'IoT è stata studiata dall'Osservatorio *Internet of Things* della *School of Management* del Politecnico di Milano (2020b): nel 2019 il suo valore di mercato è 6,2 miliardi di euro, con un incremento del 24% rispetto all'anno precedente. Anche in questo caso esiste un grande divario tra grandi imprese e PMI: solo il 13% di queste ultime ha intrapreso progetti che riguardano l'IoT, contro il 54% delle grandi imprese ha avviato almeno un progetto di *Industrial IoT*.

I settori più redditizi sono lo *Smart Metering* (contatori intelligenti di acqua e calore) e le *Smart Cars* che rappresentano rispettivamente il 27% (1,7 miliardi di euro) e il 19% (1,2 miliardi di euro) del valore di mercato; rispetto al 2018 i settori che hanno presentato la crescita più elevata sono la *Smart Home* e la *Smart Factory* per il 40%, seguiti dalla *Smart City* per il 32%, che vale 520 milioni di euro.

In Italia il 42% dei Comuni (popolati da almeno 15.000 abitanti) hanno intrapreso un progetto di *Smart City* nel triennio 2017-2019; il fine è quello di introdurre nuovi servizi e migliorare quelli esistenti per i propri cittadini, facendo sempre più attenzione alla sostenibilità ambientale. Per mettere in atto questi progetti si riscontrano parecchie difficoltà, tra le quali l'assenza di competenze adeguate e di risorse economiche, la complessità burocratica e la coordinazione dei diversi attori (ad esempio, come potrebbe succedere tra la Pubblica Amministrazione e chi eroga i servizi).

Si può riscontrare la tendenza della *Servitization*, anche se non ha sempre origini sostenibili: alcuni dispositivi IoT vengono pagati solo per il loro utilizzo o *performance* e non più per il loro possesso.

Capitolo 2: Analisi qualitativa dei casi di studio

L'obiettivo della ricerca è quello di dimostrare che esiste una relazione tra sostenibilità e tecnologie 4.0 nel contesto italiano: se venissero combinati si potrebbe raggiungere un risultato molto innovativo visto che entrambi sono temi emergenti e, come tali, seguono uno sviluppo parallelo. Verranno mostrate le diverse applicazioni delle tecnologie già trattate per sottolineare la loro flessibilità ai vari contesti aziendali.

Dopo aver discusso le metodologie adottate nella ricerca, si descriveranno brevemente i casi aziendali, la loro politica in ambito ambientale e le tecnologie che impiegano per realizzare i loro progetti circolari, per poi passare al loro confronto con l'ausilio di una tabella.

2.1 Metodologia utilizzata

Per condurre l'analisi empirica è stato scelto un metodo qualitativo in quanto si vogliono descrivere nel dettaglio gli aspetti più rilevanti dei casi di studio. La ricerca è limitata alle sole imprese italiane, fondate e operative nel territorio (eventuali *joint venture* sono accettate), che impiegano le nuove tecnologie 4.0 per realizzare progetti sostenibili. Le tecnologie considerate sono quelle trattate nel capitolo precedente, quindi *Big Data*, AI e IoT; per progetti sostenibili (che includono anche quelli circolari) si intendono tutti quelli in grado di riciclare o allungare il ciclo di vita dei prodotti, monitorare la situazione ambientale, depurare l'acqua e l'aria, ridurre le emissioni inquinanti e aiutare la transizione verso energie rinnovabili.

Si sono identificate imprese che integrano sostenibilità e nuove tecnologie nelle loro attività, e sono già avviate (non sono state prese in considerazione start-up perché potrebbero non esserci abbastanza dati storici per poter avere un quadro completo sul loro operato e non è detto che sopravvivano in futuro). Anche se il contesto italiano è costituito in gran parte da PMI, la scelta è ricaduta sulle grandi imprese del territorio, dato che l'acquisizione di queste nuove tecnologie richiede ingenti somme di denaro: infatti il campione preso in considerazione è composto solo da quattro grandi imprese⁷. Questo tuttavia rappresenta un limite per la ricerca perché non è stato possibile fare delle interviste alle singole imprese.

Un altro fattore di scelta è stato il settore di appartenenza delle imprese: si è cercato di privilegiare imprese che operano in settori che hanno a che fare con l'energia o i rifiuti perché

⁷ Si fa riferimento alla definizione del Decreto legislativo 102/2014, comma 2, articolo 2, lettera v, secondo cui una grande impresa occupa più di 250 persone e ha un fatturato maggiore di 50 milioni di euro.

sono quelli che maggiormente si interessano alle tematiche ambientali; tuttavia, è stato scelto anche il settore delle telecomunicazioni (TLC) perché in futuro si potrebbe assistere ad un cambiamento sostenibile nel modo di comunicare.

Detto ciò, i risultati che si otterranno alla fine non saranno applicabili universalmente, ma solo alle imprese che presentano caratteristiche simili a quelle considerate e adottano *Big Data*, IA e IoT.

Impresa	Eni	TIM	HERA	Fater
Forma giuridica	Società per azioni	Società per azioni	Società per azioni	Società per azioni
Settore	Energia	Telecomunicazioni	Multiservizi (Ciclo idrico)	Beni di consumo
Numero dipendenti (2019)	32.053	51.912	8.751	1.600
Fatturato (2019)	69 miliardi di euro	13 miliardi di euro	6,9 miliardi di euro	836 milioni di euro
Localizzazione	Internazionale	Internazionale	Locale	Internazionale
Tecnologia/e utilizzate	<i>Big Data</i> e IA	<i>Big Data</i> e IoT	IA	IoT
Progetto	Supercomputer HPC5	<i>Smart City</i>	Impianto di depurazione delle acque reflue	<i>Smart Bin</i> (FaterSMART)

Tabella 1: generalità delle imprese considerate⁸

Per iniziare, è utile avere informazioni di riepilogo sulle imprese appena introdotte. Come si può notare dalla tabella 1, sono state prese in considerazione quattro grandi imprese, sotto forma giuridica di S.p.A., appartenenti a settori diversi, con un fatturato annuo che è compreso tra gli 836 milioni di euro e 69 miliardi di euro; il numero di dipendenti invece oscilla tra 1.600 e i 52.000; Eni opera in 66 paesi, Fater in 39 paesi (prevalentemente europei), TIM in Italia e in Brasile ed HERA solo in Italia. Date queste informazioni, è verosimile che le imprese presentino dati così diversi in termini di numero di dipendenti e fatturato.

⁸ Fonti: ENI, Relazione Finanziaria Annuale, 2019; TIM, Relazione Finanziaria Annuale, 2019; HERA, Bilancio Consolidato e Separato; FATER, Responsabilità Sociale d'Impresa, 2019.

Tutte quante intraprendono progetti in ambito ambientale servendosi delle tecnologie 4.0, applicate però in contesti diversi.

In che senso questi progetti possono essere considerati circolari?

- HPC5 è uno supercomputer impiegato nella ricerca e sviluppo di nuove energie rinnovabili;
- La *Smart City* rappresenta un buon punto di partenza per iniziare lo sviluppo sostenibile delle città, implementando soluzioni che monitorano il consumo energetico e le emissioni inquinanti;
- La depurazione 4.0 delle acque reflue serve a restituire un'acqua più pulita alla popolazione;
- Lo *Smart Bin* viene impiegato per la raccolta differenziata dei pannolini usati, che poi verranno riciclati completamente da un impianto specializzato.

Bisogna precisare che il progetto di TIM è sviluppato in collaborazione con Olivetti e quello di HERA con la PMI Energy Way; inoltre Fater ha collaborato con due imprese italiane, Contarina S.p.A. ed Ecozema, per realizzare il sistema integrato di *Smart Bin* e impianto di riciclo.

Un elemento comune a tutti i progetti è il fatto di essere relativamente recenti: Eni possedeva già un supercomputer ma ha deciso di investire in uno più potente e innovativo; lo *Smart Bin* e l'impianto di depurazione sono entrati in funzione nel 2019 dopo una fase di sperimentazione. L'unico progetto a cui non corrisponde una data precisa di inizio è quello della *Smart City*: gli articoli più recenti risalgono al 2017 quindi si ipotizza che in quell'anno TIM abbia iniziato effettivamente a offrire quel servizio alle PA.

2.2 Eni e il supercomputer HPC5

Il tema della sostenibilità risulta essere di vitale importanza nel settore dell'energia: per rimanere al passo con i tempi, le imprese dovrebbero cercare nuove fonti di energia rinnovabili per soddisfare il fabbisogno di energia della popolazione. Questa sfida è stata accettata da Eni: il caso illustrato riguarda il supercomputer HPC5, diventato operativo all'inizio del 2020, che combina *Big Data* e *Artificial Intelligence*.

Eni S.p.A. (Ente Nazionale Idrocarburi) è un'azienda multinazionale creata dallo Stato italiano nel 1953 ed opera nei settori del petrolio, del gas naturale, della chimica e della chimica verde,

della produzione e commercializzazione di energia elettrica e energie rinnovabili. “Sostenibilità e innovazione tecnologica mettendo al centro le persone” sono i valori di Eni⁹.

Il suo *modus operandi* integra le attività lungo tutta la frontiera energetica ed è innovativo nel ricercare soluzioni competitive; i punti di forza del suo *business model* sono l’integrazione e l’efficienza nella gestione della catena del valore e l’impiego della tecnologia.

Per gli anni 2020 – 2023 il piano d’azione è incentrato sulla creazione di valore attraverso la crescita organica e sostenibile delle attività, investendo nei prossimi quattro anni 480 milioni in ricerca e sviluppo (ildenaro.it, 2020). Eni ha delineato un piano strategico di lungo periodo da realizzare entro il 2050 con lo scopo di creare valore nella transizione energetica verso la decarbonizzazione.

Presentato il 6 febbraio 2020 ed entrato in funzione il primo marzo dello stesso anno ad affiancare il suo predecessore HPC4, Eni si dota del supercomputer HPC5 (High Performance Computing – layer 5) collocato nel Green Data Center di Eni a Ferrera Erbognone: esso possiede una potenza di calcolo pari 52 PetaFlop/s, cioè 52 milioni di miliardi di operazioni matematiche in un secondo (l’ordine di grandezza è pari a 10^{15}), rendendolo uno tra i dieci supercomputer più potenti al mondo. Insieme al suo precursore (che invece ha una potenza di calcolo pari a 18 PetaFlop/s), Eni possiede un’architettura ibrida di supercalcolo pari a 70 PetaFlop/s¹⁰.

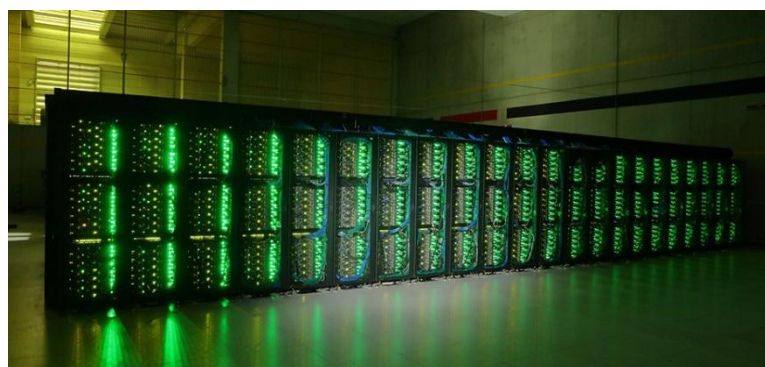


Figura 4: HPC5¹¹

HPC5, progettato da Dell Technologies, integra i *Big Data* e l’*Artificial Intelligence*: la combinazione di entrambi permette di migliorare i processi aziendali attraverso una maggiore

⁹ Fonte: <<https://www.eni.com/it-IT/chi-siamo/nostri-valori.html>> [Data di accesso 25/04/2020]

¹⁰ Fonte: <<https://www.eni.com/it-IT/attivita/green-data-center-hpc5.html>> [Data di accesso 28/04/2020]

¹¹ Fonte: <<https://www.technologyreview.it/hpc-generazione-5>> [Data di accesso 04/06/2020]

sicurezza degli impianti, migliori prestazioni e pianificazione dell'attività esplorativa e una maggiore precisione dei modelli di giacimento. L'analisi dei *Big Data* viene velocizza i processi di ricerca e sviluppo di fonti energetiche non fossili. L'AI permette di analizzare enormi volumi di dati dai quali si estrapolano informazioni utili per svolgere simulazioni realistiche, come quelle dei plasmi (gas ionizzati) e dei materiali impiegati per la ricerca sulla fusione a confinamento magnetico. Questo metodo potrebbe produrre un'enorme quantità di energia, alternativa al carbone e in grado di non emettere gas serra, anche se è necessario portare i plasmi a temperature molto elevate: data la complessità, HPC5 dovrebbe essere in grado di valutare anche gli aspetti che riguardano la sicurezza di tutto il processo perché, nel caso in cui la quantità di energia immagazzinata fosse superiore alla capacità dell'impianto, gli effetti potrebbero essere catastrofici. Visto che viene impiegato da poco tempo, è probabile che questo progetto di ricerca di nuove fonti rinnovabili sia ancora al suo stadio iniziale, quindi si dovrà aspettare qualche anno per osservare i primi risultati.

Data la sua potenza, viene impiegato anche in altri ambiti: attualmente l'ecosistema di supercalcolatori viene impiegato per elaborare i dati provenienti dal sottosuolo; l'utilizzo di HPC5 consente di aumentare la precisione degli studi di Eni sulle rocce sotterranee, diminuendo sia il margine di errore e il *time to market* (tempo che intercorre tra la scoperta di un nuovo giacimento e la messa in produzione) che il dispendio di energia e risorse.

Questo dispositivo è il mezzo per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità proposti da Eni, ma esso non è propriamente sostenibile; anche se viene considerato il primo computer al mondo per risparmio energetico (con un solo Watt di potenza può calcolare circa venti miliardi di operazioni al secondo), esso ha comunque bisogno di molta energia per funzionare: in questo caso, la tecnologia esaminata non può essere considerata completamente sostenibile.

Gradualmente però si stanno facendo dei progressi per ridurre ulteriormente gli impatti ambientali: in piccola parte (10-15%) viene alimentato grazie ad un impianto fotovoltaico e per raffreddarlo non si ricorre a condizionatori, almeno per il 92% dell'anno¹².

In sintesi, dal punto di vista economico, HPC5 è un ottimo strumento che aiuta l'impresa a gestire gli sprechi di energia, risorse e tempo, a raggiungere performance migliori e a velocizzare i processi decisionali, avendo già delle stime sui dati; dal punto di vista della

¹² Fonte: <<https://www.eni.com/it-IT/attivita/green-data-center-hpc5.html>> [Data di accesso 28/04/2020]

sostenibilità esso supporta la transizione verso le energie rinnovabili, anche se bisogna fare attenzione ai suoi consumi.

2.3 TIM e Olivetti verso le Smart City: tra interconnessione e sostenibilità

In un mondo sempre più veloce e interconnesso, quali sono le sfide ambientali che le imprese nel settore delle TLC devono affrontare? Una di queste potrebbe essere la comunicazione in tempo reale dei dati raccolti nel monitoraggio dei consumi energetici o delle emissioni di CO₂ alle autorità competenti per poter effettuare delle correzioni.

Il caso delle Smart City, nato dalla collaborazione tra TIM e Olivetti, è un ottimo esempio di come i sensori IoT inseriti nelle città possano controllare i fenomeni territoriali, tra cui il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico.

TIM (Telecom Italia Mobile) è un marchio del gruppo Telecom Italia S.p.A., attivo in Italia e in Brasile, nel settore delle telecomunicazioni (TLC). Nel 2016 è stato concluso il processo di rebranding: TIM è diventato il marchio unico commerciale del gruppo Telecom per l'offerta di telefonia fissa, mobile e Internet (per non creare confusione: attualmente il nome del gruppo è TIM, Telecom Italia viene usato solo come nome legale in Borsa).

Nel 2003 si è verificata la fusione tra Telecom Italia S.p.A. e Olivetti S.p.A.: oggi Olivetti è una *business unit* di TIM che opera nel settore dell'ICT (*Information and Communication Technology*).

Quando si nomina TIM, non la si associa ad un'impresa sostenibile, visto che opera nel settore delle TLC; tuttavia questa intraprende una strategia ambientale, misurata nel *Report di Sostenibilità*¹³, che può essere sintetizzata nelle seguenti idee:

- migliorare l'utilizzo delle fonti energetiche e naturali;
- minimizzare gli impatti negativi e massimizzare quelli positivi in modo da incrementare la performance ambientale;
- rendere le politiche di acquisto sempre più sensibili alle tematiche ambientali;
- sensibilizzare le persone alle tematiche ambientali grazie ad un corretto approccio.

¹³ Fonte: <<https://www.telecomitalia.com/it/sostenibilita/bilanci-obiettivi/report-sostenibilita/report.html>> [Data di accesso 01/05/2020]

TIM offre alle Pubbliche Amministrazioni (PA) il servizio della *Smart City*, indirizzato a rendere i servizi della città più efficienti dal punto di vista dei trasporti, della pulizia, dell'illuminazione e dell'edilizia e rispondere meglio alle esigenze delle persone che visitano o vivono in città, rispettando la loro *privacy*. Le tecnologie implementate per rendere una città *Smart* sono state realizzate sia in un'ottica di sviluppo sociale e economico che di monitoraggio per la crescita sostenibile del territorio, tanto da poter parlare anche di Città Sostenibile. Per la sua realizzazione bisogna si impiegano sensori IoT che raccolgono i dati (*Big Data*) provenienti dalla città e dai cittadini.

Olivetti collabora con TIM per fornire una serie di soluzioni a supporto dello sviluppo delle *Smart Cities*. Tra queste vi è *TIM Big Data* che offre strumenti *Cloud* per analizzare quantitativamente e qualitativamente e valorizzare i dati rilevati dalla rete TIM: questa offerta è rivolta sia alle PA con i servizi *City Forecast* e *Data Tourism* che alle imprese con il servizio *Data Retail Analysis*. Il focus di questo caso è sulle *Smart Cities* perciò si prenderà in considerazione solo il servizio *City Forecast*, che raccoglie e analizza dati di presenza e mobilità.

L'offerta proposta prevede l'uso dello strumento *TIM City Forecast*¹⁴ su una piattaforma *Cloud*, il quale utilizza i *Big Data* pubblici per elaborare analisi storiche e previsionali; le fonti dei dati sono tre: i dati input di TIM (calendario eventi per area, ad esempio), i dati aperti (dati accessibili da tutti con l'obbligo di citare la fonte o rendere la banca dati sempre accessibile) e i dati raccolti dai *Social Network*; a fornire le fonti e ad elaborare i dati vi è l'algoritmo proprietario *TIM City Forecast Data Pipe*.

Il sensore IoT che viene impiegato si chiama *TIM City Forecast Visual Insight* che rileva presenze sul territorio ogni 15 minuti per un periodo specifico: esso riesce a stimare quali sono le aree in cui vi è più affollamento e da dove vengono le persone che si trovano in una determinata area (oltre alla provenienza, vengono raccolti anche dati sul genere, fascia d'età e tipologia di clientela) al fine di conoscere gli impatti sulla viabilità e sui trasporti in modo da poter migliorare l'esperienza delle persone e ottimizzare i posti sui mezzi di trasporto (pubblici). Questa soluzione sarebbe molto utile anche in questo periodo di pandemia, sia per le amministrazioni locali che per i cittadini.

¹⁴ Fonte: <<https://www.timbusiness.it/digital-transformation/building-automation-e-smart-city/tim-city-forecast>>
[Data di accesso 04/05/2020]

Un'altra soluzione è la *WeXplore City* offerta alle PA per gestire in maniera *smart* e sostenibile le proprie città: vengono combinati i dati raccolti dai sensori IoT con le informazioni di comportamento dei cittadini affinché la città possa evolversi parallelamente alle esigenze della popolazione. I sensori di cui si è parlato in precedenza sono da collocare sui mezzi di trasporto pubblici e dovrebbero raccogliere dati su qualità dell'aria, rumore, posizione e affollamento del bus per porre in atto azioni correttive per ridurre gli impatti ambientali in modo mirato (ad esempio i livelli di emissioni di CO₂).

I servizi di questa alternativa sono quattro: *Smart City Governance, Planning & Monitoring, Environmental Monitoring* e *Process Analysis & Improvement*. Il terzo servizio¹⁵ è il più rilevante per questa ricerca: il monitoraggio ambientale non è altro che un sistema automatico che raccoglie dati continuamente da stazioni remote, dotate di telecamere e sensori, da inviare in modo istantaneo a centri di controllo per elaborarli e fornirli ad operatori con sistemi GIS (*Geographic Information System*) per la geolocalizzazione e la gestione di eventi. Le fonti dei dati derivano dal telerilevamento, dai sensori, dai dati GIS e dai dati RADAR/SAR (SAR sta per *Specific Absorption Rate* e fa riferimento alle condizioni di assorbimento di un corpo quando viene esposto a un campo elettromagnetico). Il servizio base offre un sistema di raccolta di informazioni e un cruscotto di controllo, per visualizzare e consultare i dati ambientali rilevati dai sensori che controllano l'ambiente (smog, inquinamento energetico e acustico). Infine, vi sono altre due soluzioni interessanti: *Olivetti Smart Clean Air* che monitora l'inquinamento atmosferico e la depurazione dell'aria attraverso la piattaforma Cloud IoT di Olivetti; *Olivetti Smart Lighting* che gestisce da remoto l'illuminazione pubblica, con il vantaggio di contenere i costi e di salvaguardare l'ambiente e la salute della popolazione.

Ricapitolando, le PA riusciranno non solo a governare in maniera più efficace i fenomeni che avvengono sul territorio, ma otterranno anche risultati in termini di sostenibilità: le città saranno monitorate dal punto di vista energetico e ambientale, con il controllo delle emissioni inquinanti mediante sensori IoT e il monitoraggio della qualità dell'aria.

¹⁵ Fonte: <<https://www.digitaldata.olivetti.com/enviromental-monitoring>> [Data di accesso 05/05/2020]

2.3 Hera e Energy Way: Intelligenza Artificiale per la Depurazione 4.0

Proprio come TIM, anche HERA ha intrapreso alcuni progetti di *Smart City*; tuttavia, per rendere questa ricerca più diversificata, è meglio descrivere un progetto condotto in un altro settore, quello idrico, riguardante la depurazione 4.0 delle acque reflue.

HERA (*Holding Energia Risorse Ambiente*) è una società multiservizi italiana che opera nel settore idrico (acquedotto, fognature e depurazione), ambientale (gestione rifiuti) ed energetico (distribuzione e vendita di energia elettrica e gas). Essa opera in 330 comuni italiani, soddisfacendo i bisogni di 4.3 milioni di cittadini. La *mission* dell'impresa è quella di creare valore condiviso di lungo periodo per i propri *stakeholder* in un'ottica ambientale e sociale. Essa vuole offrire ai propri clienti un servizio efficiente e di qualità secondo principi di integrità, coerenza con ciò che raccontano e trasparenza. Si può riscontrare una grande volontà di migliorare i propri servizi e di innovazione continua, coinvolgendo e valorizzando i propri collaboratori.

Tra i casi presi in considerazione, HERA è quello che aderisce di più al modello teorico di economia circolare trattato nel capitolo precedente. L'impegno di HERA è rivolto al riciclo della plastica grazie alla raccolta differenziata, al riutilizzo dei materiali tecnici con alcune iniziative (Scart, Cambia il finale, CiboAmico e FarmacoAmico), alla produzione di compost dalla raccolta differenziata dell'organico e alla produzione di energia rinnovabile dagli scarti prodotti durante il processo di depurazione delle acque reflue. Già nel 2016 è riuscito a ridurre lo smaltimento in discarica e ad aumentare il tasso di riciclo complessivo (in particolare quello degli imballaggi). Il gruppo Hera è entrato a far parte del programma CE100 (*Circular Economy 100*) della Fondazione Ellen MacArthur, finalizzato a creare collaborazioni e condivisione di conoscenza tra le imprese che hanno aderito in modo da accelerare il processo di crescita verso l'economia circolare¹⁶.

Nel 2019 gruppo HERA e la PMI Energy Way hanno presentato insieme il primo progetto di Depurazione 4.0 in Italia: si tratta di un depuratore delle acque reflue collocato a Modena dotato di *Artificial Intelligence* che riesce a prevedere i consumi energetici e migliorare così la qualità

¹⁶ Fonte:

<https://www.gruppohera.it/gruppo/chi_siamo/strategia/valore_condiviso/hera_economia_circolare/hera_ce100/pagina11.html> [Data di accesso: 06/05/2020]

dell'acqua che viene purificata e distribuita alla popolazione modenese. Il sistema è stato progettato in modo tale da controllare il processo di ossidazione, fase fondamentale della depurazione dell'acqua: le acque reflue vengono fatte riposare in vasche per alcuni giorni affinché gli organismi aerobi, insiti nella stessa acqua, possano decomporre tutte le parti organiche che sono naturalmente presenti a questo punto del trattamento. Infatti l'acqua in uscita presenta il 5,5% di azoto in meno rispetto al processo tradizionale¹⁷.

Per poter ottimizzare il processo di depurazione, all'AI è stato applicato il *Model Predictive Control*, cioè un modello di controllo predittivo per mettere in atto la pianificazione automatica: esso prevede l'ossigeno necessario per l'attività dell'impianto, che varia a seconda della portata dell'acqua e della concentrazione di sostanze inquinanti organiche che si trovano nelle acque reflue. Ogni cinque minuti il funzionamento dell'impianto viene adattato automaticamente sull'acqua in entrata; grazie all'algoritmo di controllo, si possono ottenere informazioni sullo stato dell'impianto con un anticipo di circa trenta minuti in modo da mettere in atto variazioni sul suo funzionamento¹⁸.

In conclusione, HERA intraprende contemporaneamente sia progetti in proprio sia collaborando con altre imprese per rendere migliore il luogo in cui si vive, implementando soluzioni che sono allo stesso tempo sostenibili e innovative.

2.5 FaterSMART e gli *Smart Bin*

Fater S.p.A. è una società per azioni italiana fondata a Pescara nel 1958 e dal 1992 è una *joint venture* paritetica tra il gruppo Angelini e Procter & Gamble. Fater opera nel settore dei beni di consumo, in particolare prodotti per l'igiene intima, assorbenti e candeggine (tra i marchi più conosciuti si trovano Pampers, Lines e Ace), che distribuisce in 39 paesi. I valori del gruppo Fater sono sostenibilità, qualità e sicurezza delle persone. Per questa ricerca la sostenibilità è il valore più importante da spiegare: la sua visione di economia circolare si basa

¹⁷ Fonte: <https://www.gruppohera.it/gruppo/com_media/comunicati_stamp/-territorio_bologna/pagina310.html> [Data di accesso: 06/06/2020]

¹⁸ Fonte: <<https://www.energyway.it/hera-ed-energy-way-insieme-per-la-depurazione-4-0/>> [Data di accesso 07/05/2020]

sull'ottimizzazione nell'impiego delle materie prime, sostenibilità dei processi, riciclo dei materiali"¹⁹.

FaterSMART (SMART sta per *Sustainable Materials And Recycling Technologies*) è una divisione del gruppo Fater che si occupa della fase di smaltimento dei prodotti assorbenti per la persona, che vengono riciclati completamente e trasformati in materie prime seconde, senza finire in discariche²⁰. Il processo di riciclo si articola in questo modo: si raccolgono i prodotti assorbenti direttamente da chi li usa, poi vengono depositati in un sistema di stoccaggio e sterilizzati tramite vapore a pressione e infine si separano meccanicamente le componenti di questi prodotti, ottenendo tre tipi di materie prime seconde: plastiche, cellulosa e polimero super assorbente, che possono essere impiegati in nuove produzioni. L'impianto di riciclo è collocato in provincia Treviso, presso l'azienda Contarina S.p.A., partner di Fater nella realizzazione dello stesso.



Figura 5: Smart Bin di FaterSMART²¹

Nella prima fase di questo processo viene impiegato un dispositivo per la raccolta differenziata dei pannolini usati chiamato *Smart Bin* (cassonetto intelligente); esso viene collocato nelle città e funziona in modo automatizzato, grazie ad un lettore NFC (*near-field communication*): i cittadini per poterlo aprire scaricano un'applicazione sul proprio *smartphone* e ricevere premi e incentivi ogni volta che lo utilizzano. L'app inoltre registra e trasmette dati sulla quantità e il

¹⁹ Fonte: <<https://fatergroup.com/it/valore>> [Data di accesso 08/05/2020]

²⁰ Fonte: <<https://fatergroup.com/it/sostenibilita/riciclo-prodotti-usati>> [Data di accesso 09/05/2020]

²¹ Fonte: <<https://www.fatersmart.com/it/smart-bin>> [Data di accesso 04/06/2020]

peso del prodotto che è stato conferito e comunica all'utente il suo contributo, rendendolo più partecipe nel processo di riciclo (Il Sole 24 Ore, 2019).

Lo *Smart Bin* è stato progettato per poter assemblato in maniera facile e consuma poca energia grazie al pannello fotovoltaico collocato sulla sua parte superiore; è presente un sistema per misurare il peso dei rifiuti e uno di controllo da remoto nel caso si verifichi un'anomalia: i dati vengono trasmessi tramite *Bluetooth* e connessione 3G. Inoltre vi sono sensori ottici per misurare il livello di riempimento del cassonetto e un sistema che neutralizza l'odore dei rifiuti. Per lo sviluppo dello *Smart Bin* è stata fondamentale la collaborazione tra FaterSMART ed Ecozema – Fabbrica Pinze Schio, impresa veneta che produce bioplastiche e oggetti realizzati con plastica riciclata: in linea con il concetto di *Life Cycle Thinking*²², la collaborazione è stata spinta dal fatto che la plastica che si ricava dal processo di riciclo venga impiegata in altre produzioni (Zuccon, 2019).

Quindi, nato dal contributo di più soggetti esterni come Contarina ed Ecozema, il sistema integrato di *Smart Bin* e di impianti di riciclo permette di smaltire in modo mirato i pannolini per creare materie prime seconde e ridurre emissioni, migliorare la raccolta differenziata e i tassi di riciclo.

2.6 Confronto dei casi

Dopo aver passato in rassegna i casi di studio, si passa all'analisi qualitativa dei casi, in cui si confronteranno gli aspetti tecnologici, sostenibili ed economici per poter dimostrare la connessione tra i due macro-argomenti della ricerca, cercando di trovare il loro punto di collegamento. Ci si aspetta che esista effettivamente un legame tra economia circolare e le tecnologie.

Nella tabella 2 vengono riassunti i principali parametri di confronto, che sono ricondotti ai tre aspetti già citati: in arancione sono indicati i parametri che hanno a che fare con la tecnologia, in verde vi sono quelli riferiti alla sostenibilità e all'economia circolare e infine quelli in azzurro sono parametri che hanno una connotazione economica. Sono stati scelti anche dei parametri economici visto che i progetti intrapresi possono avere anche implicazioni economiche rilevanti, come l'ottenimento di un vantaggio competitivo rispetto ai propri concorrenti.

²² Fonte: <<https://ecozema.com/focus/lca-2/>> [Data di accesso 20/05/2020]

I dati che si trovano in tabella sono stati raccolti dalle relazioni finanziarie annuali (Eni e TIM), dal bilancio di sostenibilità (Eni, TIM, HERA), dal bilancio consolidato e separato (HERA), dalla Responsabilità Sociale d'Impresa (Fater) più recenti delle imprese (2019). Inoltre sono state consultate le pagine Web delle imprese sia per avere la conferma delle informazioni trovate in precedenza sia per approfondire ulteriormente il loro operato. Tuttavia i parametri trovati in questi documenti non presentano sempre la stessa denominazione e alcuni di essi non sono misurati da tutte le imprese.

Impresa	ENI	TIM	HERA	FATER
Tecnologie utilizzate	Big Data e AI	Big Data e IoT	AI	IoT
Integra due o più tecnologie?	✓	✓	✗	✗
Investimenti in R&S nel 2019 (milioni di euro)	194	1.166	369	33,44
Variatione investimenti in R&S rispetto al 2018	-2%	-4%	21%	0%
Riduzione emissioni di CO ₂ ?	Sì, del 5% (2018-19)	Sì, del 3% (2018)	Sì, del 20% (2015-19)	Sì, del 30% (2011-19)
Ricicla Materiali?	✓	✓	✓	✓
Quali?	Materie plastiche	RAEE	Rifiuti	Prodotti assorbenti
La vita dei prodotti viene estesa?	✓	✗	✓	✗
Possiede impianti di riciclo del prodotto?	✓	✓	✓	✓
Coinvolgimento di soggetti esterni?	✗	✗	✗	✓
Fase della catena del valore?	R&S	Attività operative	Attività operative	Attività operative (FaterSMART)
Attività della catena del valore modificate?	✓	✓	✗	✓
Vantaggi competitivi?	✗	✗	✓	✓

Tabella 2: Parametri di confronto tra le imprese²³

²³ Fonti: ENI, Relazione Finanziaria Annuale, 2019; TIM, Relazione Finanziaria Annuale, 2019; HERA, Bilancio Consolidato e Separato; FATER, Responsabilità Sociale d'Impresa, 2019.

In questa ricerca sono stati trattati tre tipi di tecnologie: *Big Data*, Intelligenza Artificiale e *Internet of Things*. Eni integra *Big Data* e IA, TIM combina *Big Data* e IoT, mentre i progetti intrapresi da HERA e Fater impiegano solo una tecnologia, rispettivamente AI e IoT. Più nel dettaglio:

- I *Big Data* vengono raccolti sia da Eni che da TIM, con finalità diverse: Eni attualmente raccoglie e analizza dati provenienti dal sottosuolo a supporto di attività di R&S, mentre TIM offre un servizio alle PA che si serve di dispositivi IoT per raccogliere dati all'interno delle città;
- Anche l'IA svolge diversi compiti: HPC5 si serve dell'IA per fare calcoli molto velocemente e ridurre il margine di errore grazie all'apprendimento automatico, mentre l'impianto di depurazione usa l'IA per prevedere il suo fabbisogno di ossigeno secondo una logica predittiva;
- I dispositivi IoT sono applicati in contesti abbastanza simili, cioè su oggetti collocati all'interno delle città; tuttavia, le loro funzioni sono differenti, così come i loro utilizzatori: PA per i dispositivi IoT di TIM e impresa e cittadini per quanto riguarda lo *Smart Bin* di Fater.

Gli investimenti in ricerca e sviluppo (R&S) assumono una connotazione abbastanza simile tra le imprese: per Eni e TIM questa attività è sinonimo di innovazione tecnologica, per HERA ha una connotazione sia tecnologica che ambientale, mentre per Fater è riferita maggiormente allo sviluppo sostenibile del prodotto. Da questo, si può notare che Eni e TIM sono indirizzate di più sullo sviluppo tecnologico, mentre HERA e Fater sono più concentrate sulla circolarità dei loro progetti.

Si può rilevare che sia Eni che TIM hanno ridotto leggermente i loro investimenti in R&S rispetto all'anno precedente, rispettivamente del 2% e del 4%; HERA invece ha incrementato il suo investimento del 21% rispetto al 2018. Nel documento sulla Responsabilità Sociale d'Impresa, il gruppo Fater afferma che investe ogni anno il 4% del fatturato in R&S, per questo motivo non ci sono variazioni rispetto all'anno precedente.

In generale, ogni società utilizza energie rinnovabili e intraprende progetti di economia circolare che rispecchiano i principi teorici descritti nel primo capitolo. Si può notare che il settore di appartenenza delle imprese non pregiudica la definizione e la realizzazione di una strategia sostenibile o "circolare".

Esse sono dotate di impianti che permettono il riciclo di materiali tra cui materie plastiche, RAEE (che sta per rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche), rifiuti (in generale) e prodotti assorbenti. In particolare, Eni e Fater ottengono materie prime seconde tramite il processo di riciclo. Eni e HERA presentano tra i loro obiettivi di economia circolare l'estensione della vita dei prodotti: la prima si propone di utilizzare diversamente un asset in modo sostenibile e la seconda intraprende il progetto FarmacoAmico, il quale consente di raccogliere nel territorio i farmaci non scaduti e di poterli riutilizzare.

Ognuna di loro promuove il proprio impegno per la riduzione di emissioni di CO₂: mostrano sia i risultati ottenuti nel breve e nel medio periodo che le loro strategie di lungo periodo, che si propongono di realizzare entro il 2030 e il 2050. Avere risultati di medio periodo sulla riduzione di emissioni è notevole poiché è un indicatore di continuità e coerenza con i propri obiettivi di lungo termine; i risultati di breve periodo invece fungono più da feedback sul proprio operato, per poterlo migliorare o attuare eventuali azioni correttive.

Coinvolgere soggetti esterni significa che sono presenti attori esterni che contribuiscono attivamente a “chiudere il cerchio” nei progetti descritti: l'unica impresa che soddisfa totalmente questa definizione è Fater, visto che grazie alla raccolta differenziata tramite gli *Smart Bins*, i prodotti assorbenti vengono riciclati completamente nell'impianto di Contarina. Non rientrano in questa definizione gli altri casi poiché sono semplici collaborazioni, intese come condivisione di risorse e idee, tra le imprese per realizzare i progetti; tra Eni e Dell Technologies si può parlare addirittura di un rapporto di fornitura perché quest'ultima fornisce solo la tecnologia senza essere coinvolta nel processo di R&S.

Per quanto riguarda le modifiche nelle attività della catena del valore (che verrà indicata con CdV), vengono considerate come tali solo i cambiamenti permanenti: per Eni il processo di R&S diventa più efficiente e veloce grazie all'introduzione di HPC5; l'erogazione del servizio *Smart City* è diventata una nuova attività nella CdV di TIM; anche in Fater vi sono modifiche alla CdV poiché, con l'introduzione della *business unit* FaterSMART, l'impresa si è trovata a gestire un nuovo tipo di attività.

Il parametro più rilevante dal punto di vista economico è il vantaggio competitivo che si può ricavare dai progetti intrapresi. Per vantaggio competitivo si intende tutto ciò che sia un ritorno economico per l'impresa, sia in termini quantitativi che reputazionali.

Sia HERA che Fater ottengono un vantaggio in termini reputazionali perché si presentano come i primi della loro categoria (insieme alle altre imprese con cui hanno collaborato) a intraprendere i rispettivi progetti, cioè Depurazione 4.0 e sistema integrato di riciclo dei prodotti assorbenti in Italia.

Il risultato di questo confronto è concorde alle aspettative espresse all'inizio del paragrafo: esiste effettivamente una relazione tra economia circolare e tecnologie 4.0. Si tratta principalmente di un rapporto di dipendenza perché le tecnologie sono al servizio dei progetti di EC, visto che esse possono adattarsi bene ai vari contesti aziendali.

Tutte le imprese analizzate coniugano parallelamente l'impegno ambientale con le nuove tecnologie, coerentemente con l'aspettativa dichiarata in precedenza, tenendo conto che alcune si focalizzano di più sull'aspetto di circolarità e sostenibilità e altre sullo sviluppo tecnologico. In ogni caso, questo duplice interesse può essere riscontrato negli investimenti in R&S che, oltre ad essere indirizzati all'innovazione tecnologica e sostenibile, vengono visti come punto di collegamento tra EC e tecnologie 4.0. In termini economici, i costi di R&S nel breve periodo risultano essere davvero elevati: se si decide di intraprendere tale investimento bisogna diventare consapevoli del fatto che i risultati non saranno immediati e che nel lungo periodo i benefici saranno numerosi: si pensi a nuovi prodotti completamente riciclabili o riusabili per opera di una progettazione più sensibile alla "circolarità", ad esempio. Il processo di R&S potrebbe presentare comunque delle criticità che riguardano il modo in cui gli esperimenti vengono svolti: essi dovrebbero essere ideati in maniera tale da non nuocere all'ambiente circostante, altrimenti, oltre al potenziale danno che possono recare a quest'ultimo, le imprese potrebbero risentirne anche in termini reputazionali.

A partire da questi casi, si dovrebbe imparare ad avere degli obiettivi precisi e una visione ben definita di economia circolare per poter realizzare in maniera efficace una strategia in ambito ambientale, con l'ausilio dei nuovi mezzi tecnologici.

Capitolo 3: Conclusioni

Questa ricerca ha cercato di dimostrare l'esistenza di una relazione, circoscritta al territorio italiano, tra economia circolare e tecnologie 4.0. Innanzitutto, è stata svolta una descrizione teorica dei due macro-argomenti; in seguito, è stata eseguita un'analisi dei casi di studio italiani, con le rispettive strategie in ambito ambientale e i loro progetti, e infine sono stati confrontati attraverso dei parametri comuni che riguardano la tecnologia, l'ambiente e l'ambito economico. Grazie a questa comparazione, si è trovata una risposta al quesito della ricerca, in conformità con le aspettative espresse: esiste un rapporto di dipendenza tra EC e tecnologie 4.0 poiché queste, data la loro flessibilità, vengono impiegate come mezzi per realizzare i diversi progetti sostenibili. Il punto di collegamento tra EC e le tecnologie corrisponde agli investimenti in ricerca e sviluppo, indirizzati sempre più all'innovazione nell'ambito della sostenibilità ambientale.

Coerentemente a quanto riportato nella parte teorica, è stato mostrato che questo tipo di innovazione è spesso sostenuto da due o più imprese, proprio per ridurre il rischio di fallimento e gli alti costi di investimento in R&S.

Questo elaborato ha inoltre evidenziato come tre delle tecnologie dell'Industria 4.0 possano adattarsi alle diverse esigenze delle imprese: i *Big Data* raccolti sono di diversa natura e vengono analizzati secondo un'ottica descrittiva o previsionale; l'IA, grazie al suo continuo apprendimento, viene utilizzata per svolgere calcoli molto complessi o per prevedere delle situazioni future in base ai dati raccolti; i dispositivi IoT vengono impiegati per il monitoraggio dell'ambiente o per raccogliere informazioni sui rifiuti.

Una limitazione della ricerca riguarda il fatto che sono state trattate solo tre delle tante tecnologie dell'Industria 4.0. Un'altra criticità riguarda il fatto che nei siti delle imprese non sono stati descritti gli impatti di queste tecnologie sull'ambiente. Inoltre, sono stati privilegiati gli aspetti ambientali e tecnologici dei casi (invece che quelli economici), dato che questi sono i temi principali della ricerca.

Nella situazione attuale è in primo piano la pandemia globale di Covid-19: oltre alle numerose conseguenze negative causate da essa sulla vita quotidiana, bisognerebbe esaminare anche la sua influenza indiretta sull'ambiente. Anche se dal punto di vista economico la chiusura delle fabbriche è stata deleteria per l'economia dei vari paesi, dal punto di vista ambientale le emissioni di CO₂ si sono notevolmente ridotte, soprattutto in Cina. I sistemi di *Big Data*

Analytics sarebbero utili per svolgere un'analisi previsionale sulle conseguenze del virus sulle persone che sono state infettate, l'IA potrebbe essere di grande aiuto nella ricerca di un vaccino o, in alternativa, potrebbe delineare più accuratamente i sintomi che provoca il virus (per ottenere un quadro clinico sempre più accurato) e i dispositivi IoT servirebbero a raccogliere dati e monitorare la popolazione (nel rispetto della *privacy*). Sarebbe interessante svolgere future ricerche sugli impatti economici ed ecologici del Covid-19, tenendo anche in considerazione il ruolo delle tecnologie 4.0 nella ricerca verso la prevenzione e l'eliminazione del virus²⁴.

²⁴ Conteggio parole: 9920.

Bibliografia

Commissione Europea, 2020. *LIBRO BIANCO sull'intelligenza artificiale – Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia*. Bruxelles, 19 febbraio 2020, COM (2020) 65, finale. (pp.10-11)

De Mauro, A., Greco, M. and Grimaldi, M. (2016). *A formal definition of Big Data based on its essential features*. Library Review, Vol. 65 No. 3, pp. 122-135.

Di Maria, E., De Marchi, V., Blasi, et al., 2017. *L'economia circolare nelle imprese italiane e il contributo di industria 4.0*. Legambiente; Laboratorio Manifattura Digitale dell'Università di Padova. (p.5)

ECOZEMA. *LCA & LCT*. [online]. Disponibile su <<https://ecozema.com/focus/lca-2/>> [Data di accesso 20/05/2020]

Ellen MacArthur Foundation, s.d.. [online]. Disponibile su <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy>> [Data di accesso 29/04/2020]

Ellen MacArthur Foundation; Google, 2019. *Artificial Intelligence and the Circular Economy*.

ENEA, 2020. *Rapporto sull'Economia Circolare in Italia con focus sulla bioeconomia* (sintesi del rapporto). Circular Economy Network. (pp. 14-20)

ENERGY WAY, 2019. *Hera ed Energy Way insieme per la Depurazione 4.0*. [online]. Disponibile su <<https://www.energyway.it/hera-ed-energy-way-insieme-per-la-depurazione-4-0/>> [Data di accesso 07/05/2020]

ENI, Bilancio di Sostenibilità, 2019.

ENI, Relazione finanziaria Annuale, 2019.

ENI. *I valori ed i principi: il codice etico di Eni* [online]. Disponibile su <<https://www.eni.com/it-IT/chi-siamo/nostri-valori.html>> [Data di accesso 25/04/2020]

ENI. *La digitalizzazione di Eni e il supercomputer HPC5* [online]. Disponibile su <<https://www.eni.com/it-IT/attivita/green-data-center-hpc5.html>> [Data di accesso 28/04/2020]

Fari, A., 2017. *Economia Circolare ed il ruolo della PA*. Forum PA 2017 (p.4)

FATER, Responsabilità Sociale d'Impresa, 2019.

FATER. *Produzione e trasporti*. [online]. Disponibile su <<https://fatergroup.com/it/sostenibilita/produzione-e-trasporti>> [Data di accesso 08/05/2020]

FATER. *Riciclo prodotti usati*. [online]. Disponibile su <<https://fatergroup.com/it/sostenibilita/riciclo-prodotti-usati>> [Data di accesso 09/05/2020]

FATER. *Valori: Qualità, Sicurezza, Sostenibilità*. [online]. Disponibile su <<https://fatergroup.com/it/valore>> [Data di accesso 08/05/2020]

FaterSMART. *Smart Bin*. [online]. Disponibile su <<https://www.fatersmart.com/smart-bin#vantaggi>> [Data di accesso 09/05/2020]

Gandomi, A., Haider, M., (2014). *Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics*. International Journey of Information Management, Volume 53, Numero 2, Aprile 2015, pp.137-144. (p.141)

Giorgi S., Lavagna M., Campioli A., 2017. *Economia Circolare, Gestione dei Rifiuti e Life Cycle Thinking: Fondamenti, Interpretazioni e Analisi dello Stato dell'Arte*. Ingegneria dell'Ambiente, Vol. 4 n. 3/2017. (p. 265)

Greenreport, 2019. *Economia Circolare bloccata da Nimby e burocrazia, il 33% dei rifiuti è senza End of Waste*. [online]. Disponibile su <<http://www.greenreport.it/news/economia->

ecologica/economia-circolare-bloccata-da-nimby-e-burocrazia-il-33-dei-rifiuti-e-senza-end-of-waste/> [Data di accesso 05/06/20]

HERA, 2019. *Hera: al via la depurazione 4.0*. [online]. Disponibile su <https://www.gruppohera.it/gruppo/com_media/comunicati_stampa/-territorio_bologna/pagina310.html> [Data di accesso: 06/06/2020]

HERA, Bilancio Consolidato e Separato, 2019.

HERA, Bilancio di Sostenibilità, 2019.

HERA. *Hera per l'economia circolare*. [online]. Disponibile su <https://www.gruppohera.it/gruppo/chi_siamo/strategia/valore_condiviso/hera_economia_circolare/hera_ce100/pagina11.html> [Data di accesso 06/05/2020]

Il Sole 24 Ore, 2019. *Ecco come funziona lo Smart Bin, il bidone intelligente* in “Il sole 24 Ore”. [online]. Disponibile su <<https://stream24.ilsole24ore.com/video/economia/ecco-come-funziona-smart-bin-bidone-intelligente/ACsquJx>> [Data di accesso 09/05/2020]

Ildenaro.it, 2020. *HPC5, il supercalcolatore più potente al mondo: 70 miliardi di operazioni al secondo*. [online]. Disponibile su <<https://www.ildenaro.it/hpc5-il-supercalcolatore-piu-potente-al-mondo-70-miliardi-di-operazioni-al-secondo/>> [Data di accesso 28/04/2020]

Laney, D., 2001. *3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety*. Application Delivery Service, META Group. (pp.1-3)

Minini, A., s.d.. *Machine Learning (o apprendimento automatico)*. [online]. Disponibile su <<http://www.andreaminini.com/ai/machine-learning/>> [Data di accesso 26/05/2020]

Olivetti. *Environmental Monitoring*. [online]. Disponibile su <<https://www.digitaldata.olivetti.com/enviromental-monitoring>> [Data di accesso 05/05/2020]

Osservatorio Artificial Intelligence, 2020 (a). *Artificial Intelligence: il mercato in Italia vale 200 milioni*. [online]. Osservatori Digital Innovation, School of Management del Politecnico di

Milano. Disponibile su <https://www.osservatori.net/it_it/osservatori/comunicato-stamp/mercato-artificial-intelligence-in-italia-vale-200-milioni> [Data di accesso 27/05/2020]

Osservatorio Big Data & Business Analytics, 2019. *Il mercato dei Big Data Analytics in Italia vale da 1,7 miliardi di euro, +23%*. [online]. Osservatori Digital Innovation, School of Management del Politecnico di Milano. Disponibile su <https://www.osservatori.net/it_it/osservatori/comunicati-stampa/mercato-big-data-analytics-italia-valore-trend-comunicato> [Data di accesso 06/05/2020]

Osservatorio Internet of Things, 2020 (b). *Il mercato italiano dell'Internet of Things vale 6,2mld di euro nel 2019, +24%*. [online]. Osservatori Digital Innovation, School of Management del Politecnico di Milano. Disponibile su <https://www.osservatori.net/it_it/osservatori/comunicati-stampa/mercato-italiano-internet-of-things-valore-trend-crescita-2019-comunicato> [Data di accesso 29/05/2020]

Piva, A., (2018). *Come impostare un progetto di Big Data Analytics?*. [online]. Osservatori Digital Innovation, School of Management del Politecnico di Milano. Disponibile su <https://blog.osservatori.net/it_it/progetti-big-data-analytics> [Data di accesso 30/05/2020]

SFRIDOO S.r.l., s.d. *Cos'è l'Economia Circolare e quali vantaggi per le imprese*. [online]. Disponibile su <<https://www.sfridoo.com/economia-circolare/>> [Data di accesso 29/04/2020]

Somalvico, M., 1987. *L'intelligenza artificiale*. Rusconi editore, Milano. In: Somalvico, M., Amigoni, F., Schiaffonati, V., 2003. *Intelligenza Artificiale*, in Petruccioli Sandro (a cura di), Storia della scienza vol. IX, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana, 2003, pp. 615-624.

Somalvico, M., Amigoni, F., Schiaffonati, V., 2003. *Intelligenza Artificiale*, in Petruccioli Sandro (a cura di), Storia della scienza vol. IX, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana, 2003, pp. 615-624.

TIM, Bilancio di Sostenibilità, 2019.

TIM, Relazione finanziaria Annuale, 2019.

TIM. *Report*. [online]. Disponibile su <<https://www.telecomitalia.com/it/sostenibilita/bilanci-obiettivi/report-sostenibilita/report.html>> [Data di accesso 01/05/2020]

TIM. *TIM City Forecast*. [online]. Disponibile su <<https://www.timbusiness.it/digital-transformation/building-automation-e-smart-city/tim-city-forecast>> [Data di accesso 04/05/2020]

Tole, A., 2013. *Big Data Challenges*. Database Systems Journal vol. IV, no.3/2013. (p.33)

Tumino, A. (2019). *Internet of Things: gli oggetti intelligenti prima di ogni "cosa"*. [online]. Osservatori Digital Innovation, School of Management del Politecnico di Milano. Disponibile su <https://blog.osservatori.net/it_it/internet-of-things-oggetti-intelligenti-prima-di-ogni-cosa> [Data di accesso 28/05/2020]

Zuccon, C., 2019. *Pannolini tutti riciclabili: c'è Ecozema*. [online]. Disponibile su <<https://www.ilgiornaledivicenza.it/home/economia/pannolini-tutti-riciclabili-c-%C3%A8-ecozema-1.7717910>> [Data di accesso 20/05/2020]